

Energetický potenciál obnovitelných zdrojů na území ČR

**VŠB – Technická univerzita Ostrava  
Fakulta elektrotechniky a informatiky  
Katedra elektroenergetiky**

**Energetický potenciál energie z obnovitelných zdrojů  
v podmínkách ČR**

**Energetic Potential of Energy from Renewable Sources  
in the Climatic Condition of Czech Republic**

# Energetický potenciál obnovitelných zdrojů na území ČR

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta elektrotechniky a informatiky  
Katedra elektroenergetiky

## Zadání bakalářské práce

Student: **Jan Janák**  
Studijní program: B2649 Elektrotechnika  
Studijní obor: 3907R001 Elektroenergetika  
Téma: Energetický potenciál energie z obnovitelných zdrojů v podmínkách ČR  
Energetic Potential of Energy from Renewable Sources in the Climatic  
Condition of Czech Republic

Zásady pro vypracování:

1. Analýza současného stavu potenciálu OZE v podmínkách ČR
2. Nové trendy ve využití energie z OZE
3. Nové koncepce řešení využití OZE
4. Závěrečné zhodnocení stavu využití OZE v rámci ČR

Seznam doporučené odborné literatury:


- [1] Vramba, J. Bakalářská práce, Ostrava 2008
- [2] Stuchlý, J. Bakalářská práce, Ostrava 2008
- [3] KAMINSKÝ, J.; VRTEK, M. Obnovitelné a alternativní zdroje energie. Ostrava, 2002
- [4] Murtinger, K., Beranovský, J., Tomeš, M.: Fotovoltaika -- 2. vydání, ISBN: 978-80-7366-133-5, Era

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Stanislav Mišák, Ph.D.**

Datum zadání: 30.11.2011

Datum odevzdání: 04.05.2012

  
prof. Ing. Stanislav Rusek, CSc.  
vedoucí katedry

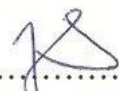


  
prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.  
děkan fakulty

## Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně.  
Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Ostravě 5.5.2012.....

  
.....  
Jan Janák

## Poděkování

„Na tomto místě bych velice rád poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Stanislavu Mišákovi, Ph.D., za velmi cenné rady, připomínky a vytrvalost při řešení mé bakalářské práce, jakožto i mé rodině a kolegům.“

## **Abstrakt**

Zadáním bakalářské práce je analýza energetického potenciálu obnovitelných zdrojů na území České republiky. V první části je popsán současný stav ve využívání energie z obnovitelných zdrojů na území ČR a porovnání s EU.

V druhé části jsou popsány nové možnosti využití energie z obnovitelných zdrojů a popsány jejich výhody a nevýhody.

V třetí části je řešena budoucnost obnovitelných zdrojů v ČR. V závěru bakalářské práce jsou shrnuty poznatky a závěrečné zhodnocení.

## **Klíčové slova**

Obnovitelné zdroje energie, sluneční energie, větrná energie, vodní energie, energie z biomasy

## **Abstract**

The scope of this thesis is analysis of energetic potential of renewable energy sources in Czech republic. First part describes current state of usage of energy coming from renewable energy sources in Czech republic compared to situation in EU.

Second part describes new opportunities of utilizing energy from renewable energy sources including analysis of pros and cons.

Third part looks into future of renewable energy sources in Czech republic and the end of the thesis summarizes all mentioned facts and provides final assessment.

## **Keywords**

Renewable energy sources, solar energy, wind energy, hydropower energy, energy from biomass

## Energetický potenciál obnovitelných zdrojů na území ČR

### Seznam použitých zkratk:

AC	- z angl. Alternate Current – střídavý proud
AMM	- z angl. Automated Meter Management –
atd.	- a tak dále
BFB	- bublinková fluidní vrstva
CAES	- z angl. Compressed Air Energy Storage – stlačování vzduchu do podzemí
Cd	- Kadmium
CdO	- sloučenina kadmium-kyslík
CeZn	- sloučenina cer-zinek
CFB	- cirkulující fluidní vrstva
CO <sub>2</sub>	- sloučenina uhlík-kyslík
ČR	- Česká republika
DC	- z angl. Direct Current – stejnosměrný proud
EU	- Evropská unie
FVE	- fotovoltaická elektrárna
LiCoO <sub>2</sub>	- sloučenina lithium-kobalt-kyslík
LiPF <sub>6</sub>	- sloučenina lithium-fosfor-fluor
MVE	- malá vodní elektrárna
NiCd	- sloučenina nikl-kadmium
NiMH	- sloučenina nikl-metalhybrid
NiO	- sloučenina nikl-kyslík
OH	- sloučenina kyslík-vodík
OZE	- obnovitelný zdroj energie
Pb	- Olovo
PbO	- sloučenina olovo-kyslík
PbSO <sub>4</sub>	- sloučenina olovo-síra-kyslík
Sb.	- sbírka
USA	- Spojené státy americké
V2G	- z angl. Vehicle to Grid – vůz připojený k síti

### Seznam použitých jednotek:

A	- Ampér – jednotka elektrického proudu
GW·h	- giga watt hodina – jednotka elektrické energie
GW·h·rok <sup>-1</sup>	- giga watt hodina za rok – vyrobená elektrická energie za rok
kV	- kilo Volt – 1000 Voltů
kW	- kilo watt – 1000 wattů
l·s <sup>-1</sup>	- litr za sekundu
m	- metr – jednotka vzdálenosti
ms	- mili sekunda – 0,001 sekundy
MW	- mega watt – 1000000 wattů
MW <sub>e</sub>	- mega watt elektrický – jmenovitý elektrický výkon
°C	- stupněn Celsiův – jednotka tepla
s	- sekunda – jednotka času
t	- tuna (1tuna=1000kg)
V	- Volt – jednotka napětí
W	- watt – jednotka výkonů
J	- joule – jednotka energie
E	- energie
ω	- omega – úhlová rychlost

## Obsah

1	Úvod.....	8
1.1	Obnovitelné zdroje energie.....	8
2	Situace v ČR.....	9
2.1	Sluneční elektrárny .....	10
2.2	Sluneční elektrárny v EU.....	11
2.3	Větrné elektrárny .....	11
2.4	Větrné elektrárny v EU.....	12
2.5	Malé vodní elektrárny.....	12
2.6	Vodní elektrárny v EU.....	13
2.7	Elektrárny využívající biomasu .....	13
2.8	Biomasa v EU .....	14
3	Nové trendy využití energie OZE .....	15
3.1	Mikrokogenerace .....	15
3.1.1	Výhody a nevýhody kogenerace .....	17
3.2	Tepelné čerpadlo.....	17
3.2.1	Tepelná čerpadla VZDUCH-VODA.....	17
3.2.2	Tepelná čerpadla VODA-VODA.....	18
3.2.2.1	Varianta studna.....	18
3.2.2.2	Varianta řeka, rybník.....	18
3.2.3	Tepelná čerpadla ZEMĚ-VZDUCH .....	18
3.3	Výhody a nevýhody tepelných čerpadel.....	18
3.4	E-mobilita .....	19
3.4.1	Pomalé nabíjení.....	19
3.4.2	Rychlé nabíjení .....	20
3.4.3	Rychlé stejnosměrné nabíjení .....	20
3.5	Výhody a nevýhody e-mobility .....	21
4	Energie zítřka .....	22
4.1	Chytrá síť .....	22
4.2	Chytré měření .....	23
4.3	Chytré domy .....	24
4.4	Akumulace energie .....	25
4.4.1	Chemický princip akumulace .....	25

## Energetický potenciál obnovitelných zdrojů na území ČR

4.4.1.1	Akumulátory .....	25
4.4.1.1.1	Pb akumulátory .....	25
4.4.1.1.2	NiCd akumulátory .....	26
4.4.1.1.3	Li-on akumulátory .....	26
4.4.1.2	Průtokové baterie .....	26
4.4.1.3	Vodíkový akumulací systém .....	26
4.4.1.4	Superkondenzátory .....	27
4.4.2	Fyzikální princip akumulace .....	28
4.4.2.1	Setrvačníky .....	28
4.4.2.2	Přečerpávací vodní elektrárny a akumulace energie založená na stlačeném vzduchu .....	28
4.5	Chytrý region .....	29
5	Závěr .....	31
6	Seznam použité literatury .....	33

## **1 Úvod**

Nejvýznamnější formou energie pro naši civilizaci je nepochybně elektřina. Hlavním důvodem je to, že ji lze snadno rozvádět i snadno využívat. Bez problému se dá totiž přeměnit na všechny formy energie.

Přes všechny snahy o snižování spotřeby elektrické energie spotřeba elektřiny stoupá a zřejmě ještě nějakou dobu stoupat bude. Většinu elektřiny zatím, ale vyrábíme v tepelných elektrárnách, které mají poměrně malou účinnost a využívají převážně fosilní paliva nebo uran jako zdroje energie.

Je to zvláštní paradox, že tak málo využíváme onen univerzálně dostupný a žádné škodlivé emise neprodukující zdroj energie, kterým je sluneční záření dopadající na Zemi. Právě ta univerzální dostupnost a možnost dosažení dobré účinnosti je největší výhodou přímého využití sluneční energie. Všechny nepřímé způsoby využití sluneční energie (energie větru, vody, biomasy) už nejsou tak široce dostupné.

### **1.1 Obnovitelné zdroje energie**

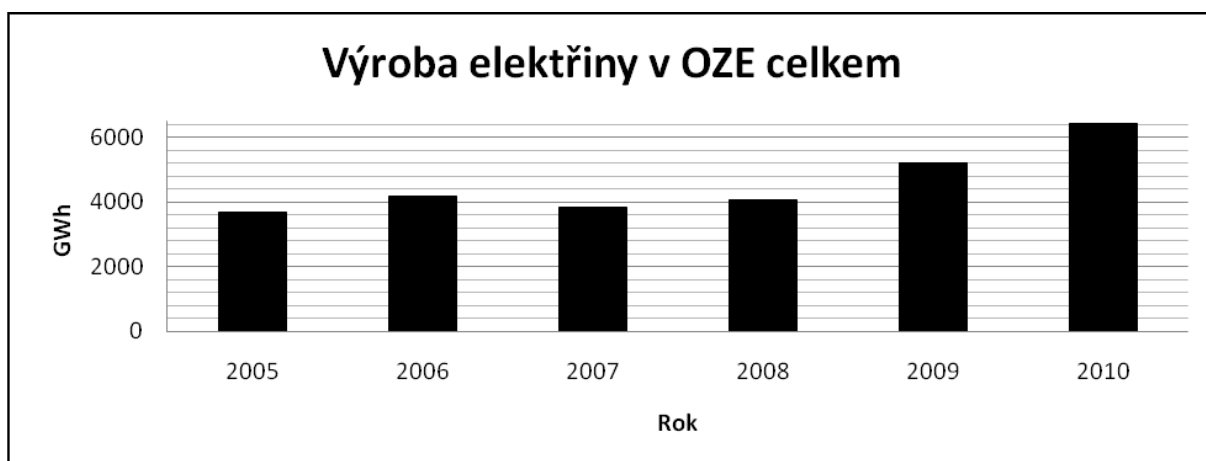
Obnovitelné zdroje energie představují v našich podmínkách různé podoby slunečního záření. Energie vody, větru, biomasy existují jen díky tomu, že na Zemi neustále dopadá nesmírné množství energie ze slunce.

Obnovitelnými energetickými zdroji pro výrobu elektřiny ve smyslu vyhlášky č.214/2001Sb. jsou: vodní energie do výkonu 10 MW, sluneční energie, větrná energie, biomasa v zařízení do 5 MW, bioplyn, palivové články, geotermální energie.

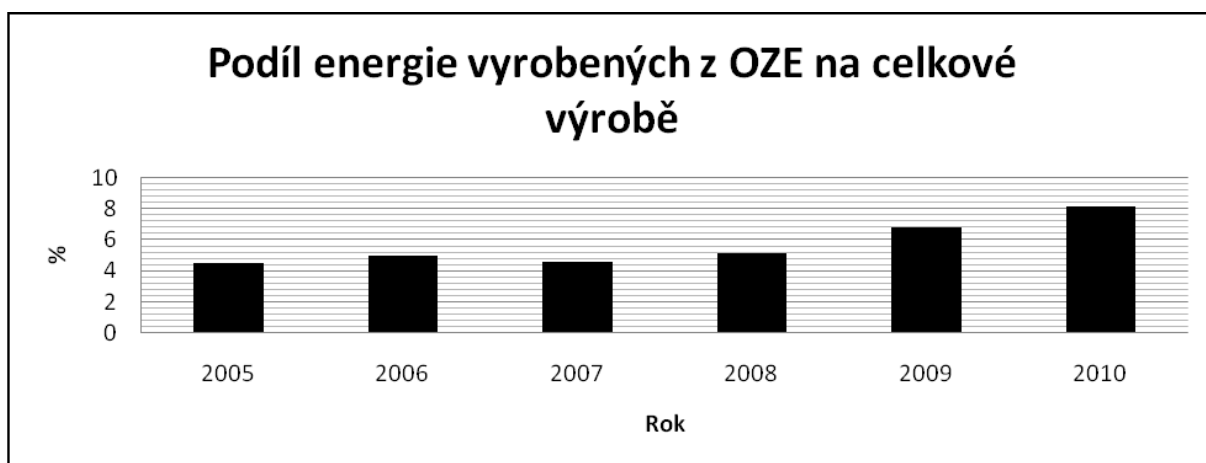


## 2 Situace v ČR

Česká republika se jako členský stát Evropské unie zavázala ke zvýšení výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů na 8% do roku 2010. V několika málo posledních letech se výroba elektřiny z obnovitelných zdrojů několikanásobně zvýšila, viz **obr. 2-1**, tak že v roce 2010 mírně překročila svůj závazek viz **obr. 2-2**. Elektřinu z obnovitelných zdrojů musí provozovatelé přenosové soustavy povinně vykupovat, dle zákona č.180/2005, kterým se ukládá povinný výkup vyrobené elektřiny. Výkupní cena vyrobené elektrické energie je podle rozhodnutí energetického regulačního úřadu upravována tak, aby byla provozovatelům OZE zajištěna návratnost vynaložených investic (včetně nákladů provozních i nákladů na připojení).



obr. 2-1 výroba elektřiny v OZE celkem



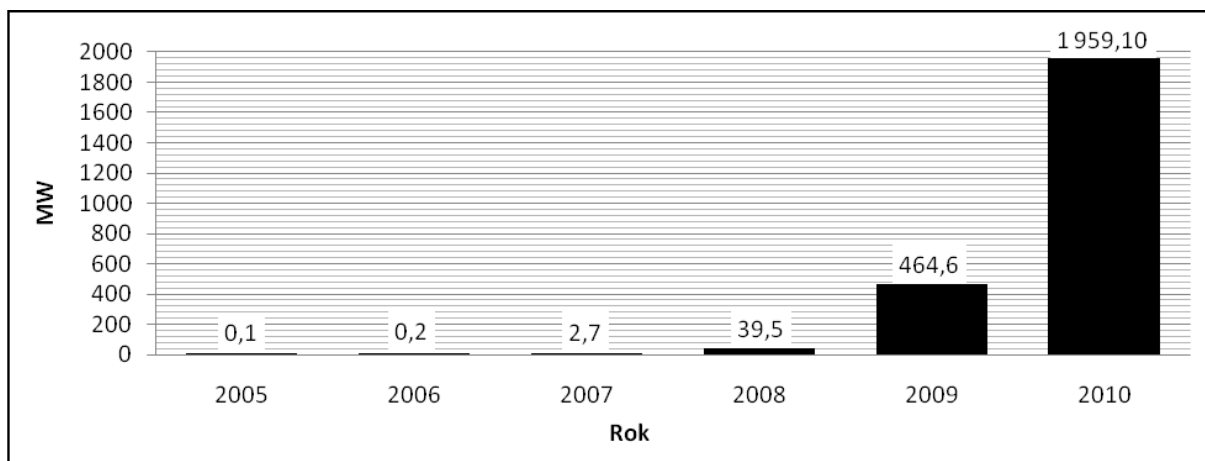
obr. 2-2 podíl energie vyrobené v OZE na celkové výrobě

## 2.1 Sluneční elektrárny

Energie ze slunce je dosažitelná na každém místě a proto si získává stále větší počet příznivců z řad investorů. Zatímco na konci roku 2005 pracovaly sluneční elektrárny v ČR s celkovým instalovaným výkonem o něco málo vyšším než 0,1 MW, v roce 2010 dosáhly asi 2000 MW viz **obr. 2-3**. Fotovoltaika jejíž cena díky se zvyšujícím se objemům výroby i prodejů konstantně klesá a díky investicím do inovací roste životnost i účinnost fotovoltaických panelů.

Jde obvykle o velké systémy o výkonech v řádech stovek kW až MW, které jsou výkonnostně limitovány výhradně velikostí a charakterem (sklonem) pozemku a dále dostupností dostatečné kapacitní elektrické přípojky pro dodávání energie do rozvodné sítě nebo do regionální distribuční sítě. Celý pozemek je nutno z bezpečnostních důvodů oplotit, nebo jinak zamezit přístupu neautorizovaných osob do prostoru elektráren. Velkou výhodou je pozemek v blízkosti rozvodu 110 kV/22 kV. Fotovoltaická elektrárna v těsném sousedství obytných budov není žádný problém, neexistují žádné zákonné ani formální limity pro vzdálenost FVE od budov.

Samotná technická realizace fotovoltaické elektrárny probíhá v úseku od panelů po trafostanici, vybudování potřebného vysokonapěťového vedení zajišťuje firma provozující distribuční síť, náklady na tuto přípojku se dle vyhlášky 51/2006 Sb. rozdělí mezi investora a distributorskou společnost. Dostupnost již vybudované vlastní trafostanice může znamenat úsporu investičních nákladů.[10]



**obr. 2-3 instalovaný výkon slunečních elektráren**

## 2.2 Sluneční elektrárny v EU

Největší světovou jedničkou ve využití solární energie je Portugalsko. Nachází se zde i největší solární elektrárna na světě o celkovém výkonu 46 MW, tato elektrárna pokrývá 250 hektarů a tvoří jí 262 tisíc solárních panelů.

Přestože Německo nemá optimální podmínky pro fotovoltaiku, bylo zde v roce 2010, zapojeno zhruba 7000 MW ve fotovoltaice, což je téměř 50% kapacity, která byla v roce 2010 nainstalována na celém světě.[14]

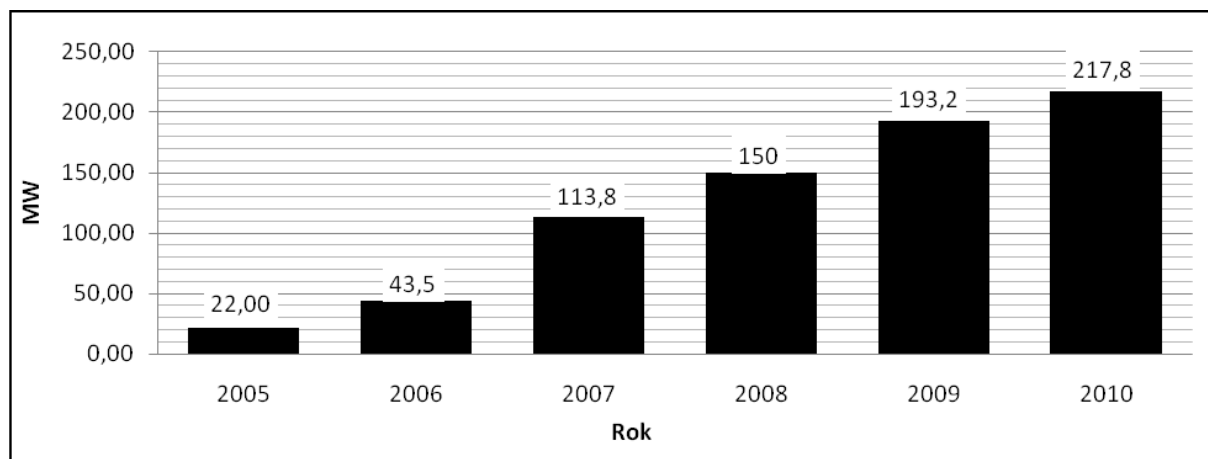
## 2.3 Větrné elektrárny

Větrná energie má na území České republiky poměrně dlouhou tradici. K velkému rozkvětu, jako alternativnímu způsobu získávání elektrické energie, došlo v letech 1990-1995, poté následovala léta stagnace větrné energie. V posledních letech je tomu však naopak. Zatímco na konci roku 2005 pracovaly větrné elektrárny v ČR s celkovým instalovaným výkonem o něco málo vyšším než 22 MW (vyrobily necelých 22 GW·h elektrické energie), v roce 2010 dosáhly asi 215 MW (vyrobily přes 335 GW·h) viz **obr. 2-4**. Na tomto objemu výroby elektrické energie se podílí z velké míry velké a střední větrné elektrárny a větrné farmy. [6]

Nepravidelnost, nahodilost a nepřesnost předpovědí síly i směru větru způsobují, že zařízení určená k využívání jeho energie jsou schopna pracovat pouze po 10 až 20 % roční doby. Až na výjimky leží vhodné lokality v horských pohraničních pásmech Krušných hor a Jeseníku, popř. v oblasti Českomoravské vrchoviny.

Výraznějšímu rozšíření větrných elektráren brání to, že většina vhodných lokalit leží v chráněných oblastech, kritika ze stran obcí, která se týká estetických a zdravotních aspektů, a provozovatelé přenosové soustavy z důvodů obtížné předvídatelnosti výroby.

## Energetický potenciál obnovitelných zdrojů na území ČR

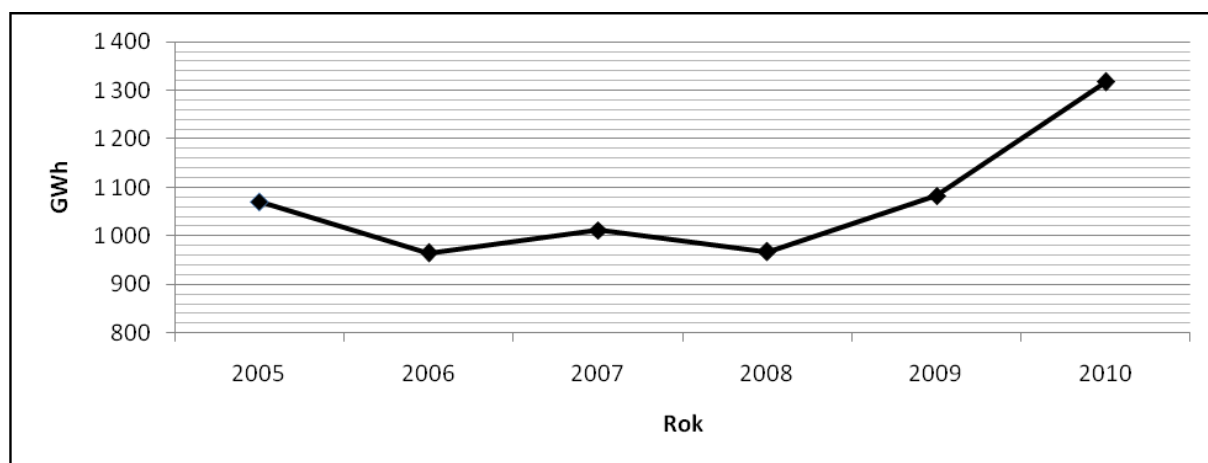


obr. 2-4 instalovaný výkon větrných elektráren

### 2.4 Větrné elektrárny v EU

V roce 2011 bylo ve světě nainstalováno celkem 41236 MW výkonu větrných elektráren což představuje nárůst o 20,9% a z toho bylo v EU 9307 MW což je 22,5%. Mezi země s největším nově instalovaným výkonem patří Německo s 29 GW a Španělsko s 21 GW. Velký nárůst objemu větrné energetiky zaznamenala v tomto roce i Francie, Itálie a Velká Británie. V roce 2011 každá z těchto zemí instalovala kolem 1 GW nového výkonu ve větru, což je řadí po Číně, USA, Indii a Německu mezi země s největším meziročním nárůstem instalovaného výkonu v roce 2011.[12]

### 2.5 Malé vodní elektrárny



obr. 2-5 vyrobená elektřina v MVE

Česká republika je svojí geografickou polohou, leží na rozvodí tří moří, přímo předurčena k využití vodní energie v malých vodních elektrárnách. Technický využitelný potenciál řek ČR činí 3380 GW·h·rok<sup>-1</sup>. Z toho potenciál využitelný v MVE je 1570 GW·h·rok<sup>-1</sup>, ale už roce 2010 dosáhla výroba elektrické energie 1317 GW·h viz **obr. 2-5**. Z toho je vidět, že moc vhodných lokalit ke stavbě MVE není.

Z hlediska dispozice a rozložení zdrojů vodní energie na našem území mají MVE nezastupitelnou roli také v tom, že netvoří kompaktní skupinu, ale jsou rozptýleny po celém území. To je výhodné pro připojování do energetické sítě, kde nezatěžují přenosovou soustavu. Celoplošné rozšíření elektrizační soustavy umožňuje připojení téměř ve všech lokalitách. [3]

### 2.6 Vodní elektrárny v EU

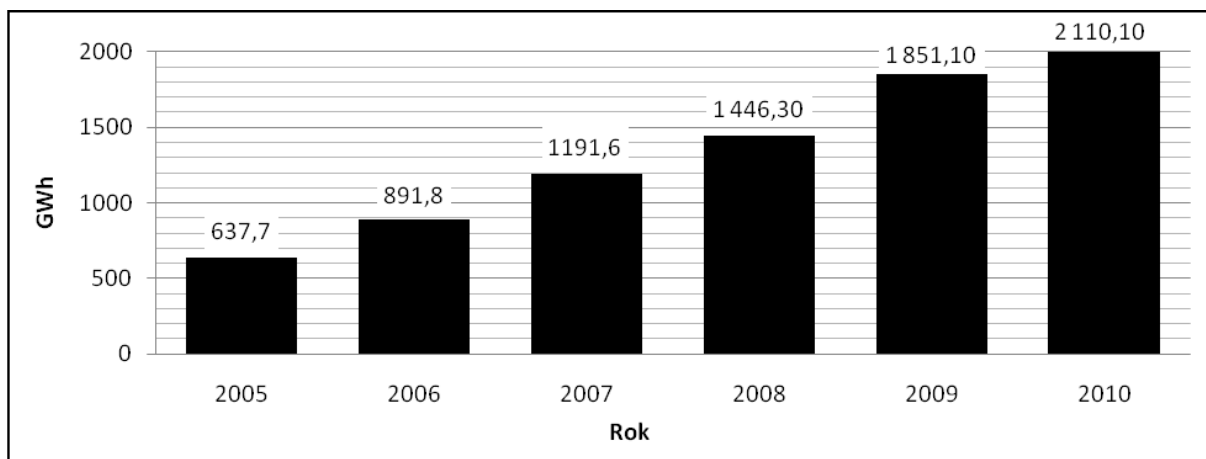
K výrobě elektřiny z energie vody si dobře vede sousední Rakousko, které vhodně využívá geografických podmínek své země. Celých 39% celorakouské potřeby elektrické energie je vyráběno v průtočných vodních elektrárnách, zejména na Dunaji, dalších 18% pak v přečerpávacích vodních elektrárnách (oblast Alp). Celkový podíl elektrické energie vyráběný pomocí vodní energie je 57%. Nemalý podíl této elektrické energie je vyráběn v malých vodních elektrárnách o výkonu do 1 MW, celkem je jich v Rakousku v provozu asi 2500.[14]

### 2.7 Elektrárny využívající biomasu

Spolu spalování biomasy s fosilními palivy v elektrárnách a teplárnách je jednou z technicky a ekonomicky efektivních možností, jak výrazně přispět ke zvýšení podílu výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie viz **obr. 2-6** a stalo se běžnou praxí v mnoha evropských zemích včetně ČR. Na druhou stranu je spolu spalování biomasy ve stávajících, převážně kondenzačních, zdrojích elektřiny velmi často kritizováno a zatracováno jako neefektivní způsob přeměny biomasy na elektrickou energii, který může mít negativní dopady na trh s biomasou.[13]

Množství spolu spalované biomasy je v různých typech zdrojů odlišné. Kotle na spalování práškového uhlí jsou obvykle velmi velké a absolutní množství vyžadované biomasy pro určité procento spolu spalování je mnohem větší, než např. u kotlů s cirkulující (CFB) nebo bublinkovou fluidní vrstvou (BFB). Dosahovaná úroveň spolu spalování pro různé typy elektráren dosahuje od 0 – 20 % pro kotle na spalování práškového uhlí a až do 80 - 100 % pro fluidní kotle.[13]

## Energetický potenciál obnovitelných zdrojů na území ČR



obr. 2-6 výroba elektřina z biomasy

### 2.8 Biomasa v EU

Rozvoj výroby z biomasy je nerovnoměrný, a to z toho důvodu, že je závislý na přírodních podmínkách a velmi významně též na přístupu vlád k energetické politice státu.

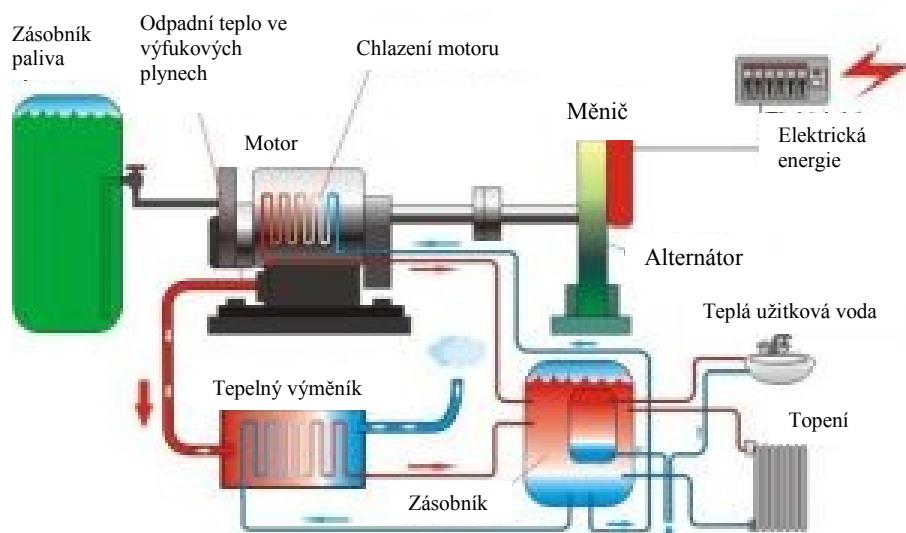
Nejvyšší rozvoj bioenergetiky nastal ve státech, které zavedly ekologickou tzv. uhlíkovou daň, zdaňující 1 t oxidu uhličitého z fosilních paliv. Z výnosu uhlíkové daně je poskytována státní dotace na instalovaný výkon bioenergetického zařízení a na zakládání plantáží energetických rostlin.

Nejvyšší podíl využití biomasy má Lotyšsko 29,78% z celkové spotřeby země. Mezi přední výrobce energie z biomasy se také řadí Francie, která vyprodukovala 16,5% z celkové produkce energie z biomasy v EU, což je ale pouze 4,4% z celkové spotřeby Francie.[14]

### 3 Nové trendy využití energie OZE

#### 3.1 Mikrokogenerace

Kogenerace je současná výroba energie a tepla. Tato definice však není úplně přesná, protože všechna zařízení, která vyrábějí energii, vyrábějí současně také teplo. Např. motor automobilu vyrábí energii (pohybovou) a teplo, ale nemůžeme jej považovat za kogenerační jednotku, protože převážná část vzniklého tepla nemá praktického využití. Pojem kogenerace lze použít tam, kde je teplo a energie současně plno využito viz **obr. 3-1**. Zařízení funguje a vypadá velmi podobně jako běžný plynový kotel, který se používá v domácnostech. Kromě toho je však zařízení schopno vyrábět elektrickou energii.[5]



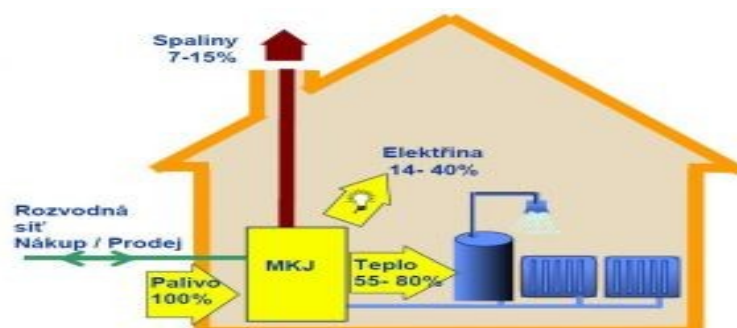
**obr. 3-1 kogenerační jednotka[9]**

Elektrická energie vzniká ve všech tepelných elektrárnách roztočením elektrického generátoru pomocí turbíny. Teplo nutné k výrobě páry, která turbínu pohání, se většinou získává spalováním uhlí nebo štěpením jader uranu. Velká část tepla však není využita a je bez užitku vypouštěna do ovzduší. Účinnost výroby v tepelných elektrárnách se pohybuje kolem 30%, nejmodernější paroplynové elektrárny pak mají účinnost kolem 50%. V kogenerační jednotce vzniká elektrická energie stejným způsobem jako v jiných tepelných elektrárnách. Teplo, které se v kogenerační jednotce uvolňuje, je efektivně využíváno a díky tomu se účinnost kogeneračních jednotek pohybuje v rozmezí 85-95% viz **obr. 3-2**. [7]

Mikrokogenerační jednotky dnes využívají několik základních technologií spalovacích motorů:

## Energetický potenciál obnovitelných zdrojů na území ČR

- Parní stroj- Je to nejstarší stroj s tepelným motorem využívaný pro výrobu elektrické energie. Přesto že je to naplno zvládnutá technologie, dochází k jeho vývoji i dnes. Obsahují motory s vnějším spalováním paliva. Palivem pro tyto stroje může být jakékoliv např. zemní plyn, biomasa, vodík. Spaliny jsou dochlazený v kondenzačním výměníku z důvodů vyšší celkové účinnosti.
- Zážehový motor (Ottův)- Zážehové motory pracují na stejném principu jako automobilové motory. Jejich elektrická účinnost je větší než u plynové turbíny, ale vyrobené teplo je problém využít – je rozděleno mezi spaliny a chladivo motoru a má obecně nižší teplotu. Pro tyto motory s vnitřním spalováním se používají upravená paliva nebo ropné destiláty. Prakticky je nemožné nalézt složení směsi, které by mělo vysoký výkon a při jejím spálení by vznikalo nejméně škodlivin. Proto je nutný u těchto motorů katalyzátor, který usnadňuje chemické reakce látek v nich obsažených a tím snižuje množství škodlivin ve výfukových plynech.
- Vznětový motor (Dieselův)- Na rozdíl od zážehových motorů, kde k zapálení dochází pomocí jiskry se u vznětových motorů směs zapálí sama po dosažení zápalné hodnoty paliva. Tento motor má vyšší termickou účinnost a větší rozměry oproti zážehovým motorům.
- Stirlingův motor- Další „novou“ a hojně používanou technologií v různých projektech mikrokogenerační výroby je Stirlingův motor. Koncept byl vyvinut už v roce 1816, dříve než byl Ottův zážehový motor použit v automobilech. Do této technologie se vkládají velké naděje. Jedná se o pístový motor s vnějším spalováním, v něm se uvolněná tepelná energie předává pracovní látce. Motor mění teplotní rozdíl v celém stroji na mechanickou energii. Pracuje na principu opakovaného ochlazování a ohřívání objemu plynu. Tímto plynem bývá nejčastěji vzduch, vodík nebo hélium.[9]



obr. 3-2 využití tepla z kogenerace [9]

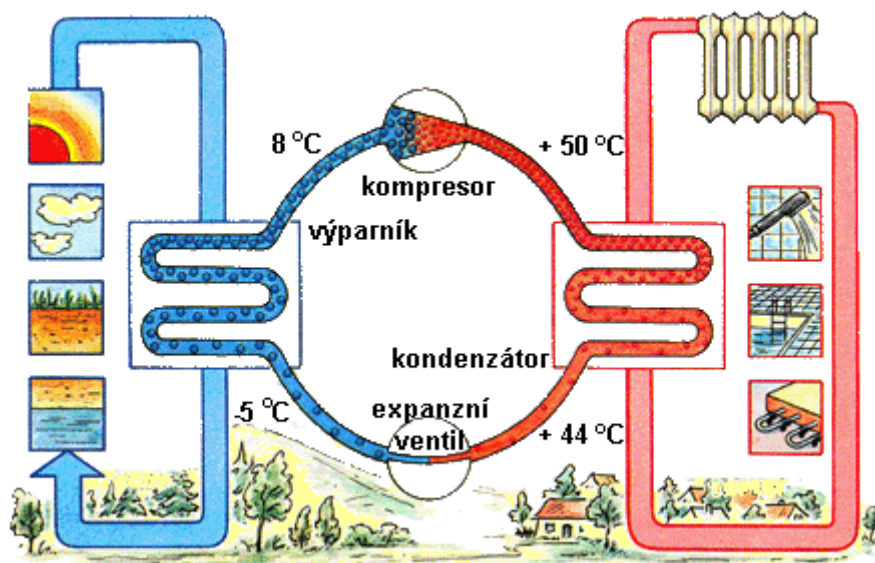


### 3.1.1 Výhody a nevýhody kogenerace

- + vysoká energetická účinnost
- + kombinovaná výroba tepla a elektrické energie
- vysoké pořizovací náklady

## 3.2 Tepelné čerpadlo

Tepelné čerpadlo se řadí mezi alternativní zdroje energie. Odnímají teplo z okolního prostředí (voda, vzduch nebo země), převádějí ho na vyšší teplotní hladinu a následně umožňují teplo účelně využít pro vytápění nebo ohřev teplé vody viz obr. 3-3 . Tepelné čerpadla se v zahraničí využívají pro vytápění naprosto běžně již několik desítek let, a proto lze s jistotou říci, že se nejedná o žádnou módní technicky dosud nevyspělou záležitost.[7]



obr. 3-3 princip tepelného čerpadla[16]

### 3.2.1 Tepelná čerpadla VZDUCH-VODA

Získávají energii z okolního vzduchu, i pokud venkovní teplota klesne až na -15 °C. energii získanou při nízké teplotě přečerpají na vyšší teplotu až +50 °C. Teplo předané v tepelném čerpadle do topné vody je tedy možno následně využít pro vytápění. Elektrická energie je spotřebována jen na pohon kompresoru a ventilátoru tepelného čerpadla. To tvoří jen třetinu až čtvrtinu energie, kterou vám tepelné čerpadlo dodá pro ohřev topné vody.[7]

### 3.2.2 Tepelná čerpadla VODA-VODA

Pro tento systém je přírodním zdrojem povrchová, podzemní nebo spodní voda. Ze zdroje (většinou ze studny) odebíráme vodu, necháme ji projít výměníkem tepelného čerpadla (výparníkem), který z ní odebere část tepla a zase jí vracíme zpět do země druhou (vsakovací) studnou. Vzdálenost mezi vrty by měla být minimálně 10 m, nejlépe ve směru podzemních proudů zdrojová → vsakovací studna.[7]

#### 3.2.2.1 Varianta studna

Pro tepelné čerpadlo je nutno zajistit dostatečně vydatný zdroj přírodní vody. Pro běžný rodinný dům  $0,5 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ . Je ale nutné provést hydrologické posouzení vydatnosti studny pomocí čerpací zkoušky. Ze studny se po dobu 14 dnů odčerpává potřebnou rychlostí pomocí ponorného čerpadla voda. Pokud se studna nevyčerpá a nedojde ani k ovlivnění sousedních studní, je instalace tohoto systému proveditelná.[7]

#### 3.2.2.2 Varianta řeka, rybník

U tohoto typu přírodního zdroje se opět využívá teplo vody. Oproti předchozímu systému má však nevýhodu v tom, že teplota vody je dlouhodobě nižší než  $5^\circ\text{C}$ , což znemožňuje její přímé ochlazení. Proto se používá systém výměníku (hadic PE), který se umístí do koryta řeky nebo na dno velké vodní plochy. Náplní systému výměníku je nemrznoucí směs.[7]

Takovéto využívání musí povolit Správce toku. Tento systém není příliš častý, ale jedná se o výborný zdroj energie. Využití tekoucí vody má však svá specifika a vyžaduje přesný výpočet velikosti výměníku pro každý případ zvlášť.[7]

### 3.2.3 Tepelná čerpadla ZEMĚ-VZDUCH

U tepelných čerpadel země-voda máme na výběr, buď tepelnou energii získáme pomocí zemní sondy anebo prostřednictvím zemního kolektoru, který se nainstaluje do hloubky asi 1,5 m. V obou případech tepelné čerpadlo pokryje celkovou energetickou spotřebu domácnosti i během chladných dní.[7]

### 3.3 Výhody a nevýhody tepelných čerpadel

- + ekologický čistý provoz
- + dodá více energie, než spotřebuje
- + krátká doba návratnosti investice

- + můžeme ho použít pro ohřev vody i vytápění
- + komfortní a bezobslužný provoz
- vysoké pořizovací náklady
- u typu země / voda větší plocha pro podzemní kolektor

### **3.4 E-mobilita**

S elektromobily se počítá jako se skladišti energie, která budou schopná regulovat obtížné podmínky v mikrosítích.

V současné době existuje koncept V2G (vehicle to grid) viz obr. 3-4, je systém, kde je automobil připojen k síti pomocí koncovky (která zatím není celosvětově unifikovaná, i když v Evropě již výrobci své požadavky sjednotili) a je možné ho využívat ke shromažďování energie, pokud je jí v síti přebytek, nebo k jejímu využití, je-li v síti energie nedostatek. To je výhodné pro místní distributory, kteří mohou regulovat potřeby v síti s využitím nabitých a připojených vozidel.[4]

#### **3.4.1 Pomalé nabíjení**

Jedna z možností jak dobíjet elektromobil je AC slow charging tedy pomalé střídavé dobíjení. Tento princip je primárně určen k domácímu nabíjení. U tohoto principu nabíjení je vždy využívána nabíjecí jednotka zabudovaná ve vozidle, jejíž výkon je ve většině případů limitován proudem 16 A s ohledem na jištění zásuvek v běžných domácnostech či garážích. V tomto případě je nabíjecí čas daný rozmezím 5 - 8 hodin (s ohledem na aktuální stupeň vybití akumulátoru a jeho jmenovitou kapacitu).[12]



obr. 3-4 stanice pro nabíjení elektromobilů [17]

### 3.4.2 Rychlé nabíjení

V případě, že výrobce vybaví elektromobil silnější nabíjecí jednotkou (např. 32/64 A) pak mluvíme o tzv. AC fast charging, tedy rychlém střídavém dobíjení a příslušná doba nabíjení se nám adekvátně zkracuje. V tomto případě nám ovšem běžná domácí zásuvka nestačí a musíme využít dostatečně dimenzovanou přípojku elektrické energie tzv. AC pole. Toto řešení ovšem zvyšuje pořizovací cenu vozidla a jeho hmotnost. U sériově vyráběných elektromobilů se renomovaní výrobci drží zmiňovaných 16 A, aby umožnili dobíjení z běžné zásuvky a nepřenášeli náklady na technologii rychlého nabíjení na uživatele elektromobilu.[12]

### 3.4.3 Rychlé stejnosměrné nabíjení

Pro rychlé dobíjení se nabízí podstatně zajímavější varianta, kde technologie rychlého nabíjení je integrována do nabíjecí infrastruktury, nikoli do vozidla. V takovém případě mluvíme o další možnosti nabíjení elektromobilů o tzv. DC Fast Charging, tedy o rychlém stejnosměrném nabíjení. Úlohu nabíjecí jednotky zabudované ve vozidle v tomto případě

přebírá externí, zpravidla velmi silná nabíjecí stanice o výkonech 50-250 kW. Tím se od domácí zásuvky dostáváme do světa Hi-Tec nabíjení. Princip je jednoduchý. Po připojení nabíjecí stanice k vozidlu přes rozhraní CHAdeMO dojde ke komunikaci mezi externí nabíjecí stanicí a řídicí jednotkou vozidla. Po standardním kontrolním algoritmu (bezpečné spojení s vozidlem, připravenost vozidla a nabíjecí stanice, atd.) je vyřazen interní nabíjecí systém vozidla a jeho úlohu přebírá právě externí nabíjecí stanice, která po celou dobu nabíjení neustále spolupracuje s řídicí jednotkou vozidla. U tohoto způsobu nabíjení se pohybuje nabíjecí doba obvykle v rozmezí 15 - 30 minut (s ohledem na aktuální stupeň vybití a jmenovitou kapacitu baterie).[12]

### **3.5 Výhody a nevýhody e-mobility**

- + možnost dopravy bez znečišťování životního prostředí
- + výhodná cena na ujetý kilometr
- + možnost využití k akumulaci
- + bezhlučný provoz
- vysoké pořizovací náklady
- malý dojezd
- málo veřejných dobíjecích stanic

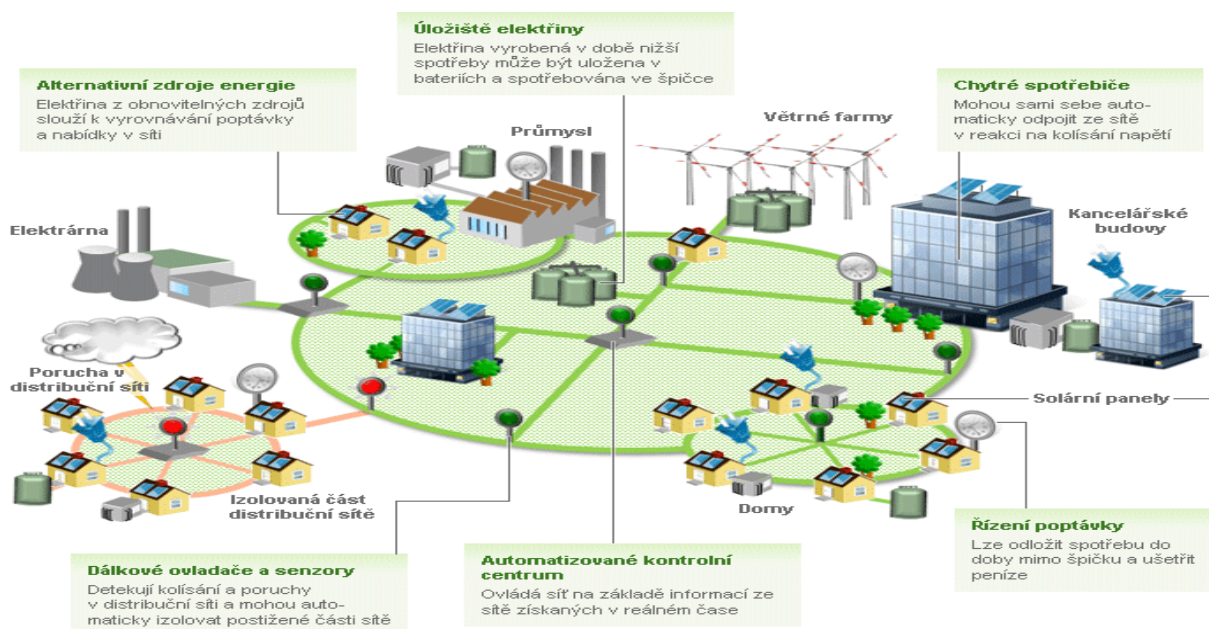
## 4 Energie zítřka

V následujících letech čeká energetický průmysl značná proměna. Plánované investice do nových technologií umožní v budoucnosti vyrábět, distribuovat a spotřebovávat elektřinu efektivněji a šetrněji.

Energetika budoucnosti bude jiná a postupovat v ní tradičními kroky lze v dalších velmi obtížně. Stabilitu, jistotu a velikost energetického průmyslu nahradí síla, pružnost a inteligence.

Výroba energie se bude decentralizovat a to tak, že se doplní nyní i budoucí velké zdroje o menší a střední. Podmínkou zůstává neomezené přelívání energie z míst výroby spotřebiteli. V praxi to bude vypadat tak, že pevná „páteř“ energetiky bude zachována, ale přibude obousměrná komunikace se spotřebiteli, kteří se v některých případech mohou stát i výrobci energie. V tomto smyslu jde o evoluční změnu, protože postupy a technologie, dosud vnímané jako spíše okrajové, nabudou na významu, stejně jako podíl obnovitelných zdrojů na výrobě energie. Lokální výroba energie zvýší bezpečnost a sníží náklady výroby, ale také otevírá velký prostor pro spolupráci mezi jednotlivci, firmami. Majitelé malých větrných, vodních a slunečních elektráren mnohdy využívají energii pro svoji vlastní potřebu, ale nezajímají se o využití odpadního tepla pro další výrobu energie.[11]

### 4.1 Chytrá síť

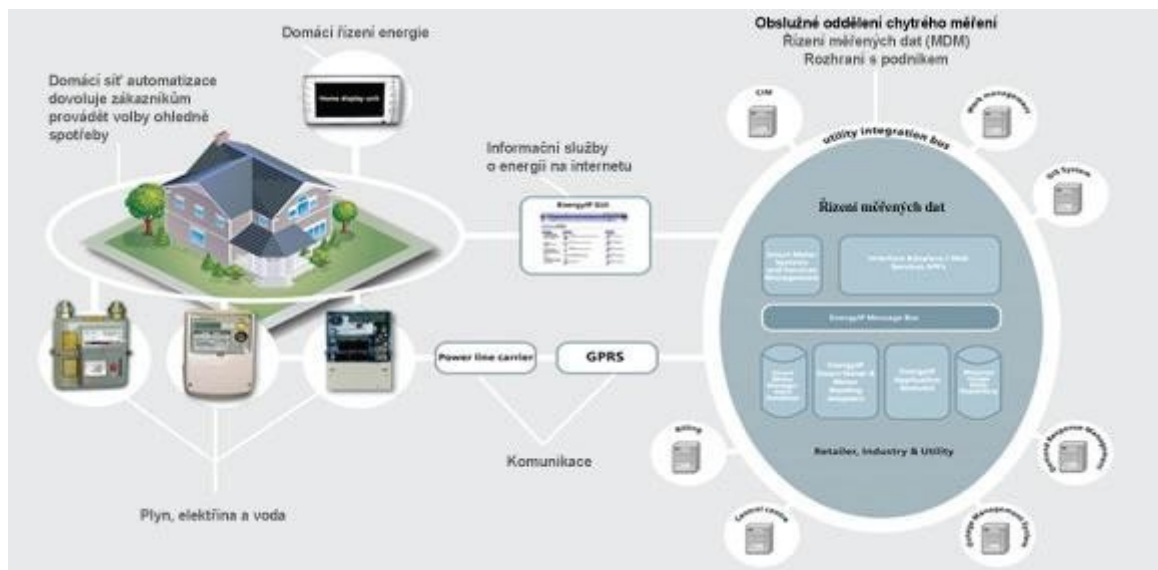


obr. 4-1 chytrá síť [11]

Jedná se o nové, inteligentní, spolehlivé, samo se monitorující distribuční sítě elektřiny 21. století. Tyto sítě umožňují optimální využití elektřiny z obnovitelných zdrojů, což povede k podstatným snížením emisí CO<sub>2</sub>. Díky schopnosti přeměrovat tok elektřiny předcházejí možným výpadkům. Smart Grids zároveň monitorují děje a technický stav distribuční sítě, řeší poruchy a výpadky a dávají podněty k její obnově. Zásadní inovací je, že chytrá síť komunikuje se zákazníkem v reálném čase a optimalizuje jeho spotřebu s přihlédnutím k ceně elektřiny a k zátěžím životního prostředí.[11]

### 4.2 Chytré měření

Jádrem Smart Grids je zavedení konceptu Smart Meters. Tento koncept předpokládá instalaci inteligentní řídicí jednotky, která v reálném čase poskytuje informace pro dodavatele i pro zákazníka. Přesné informace umožní vznik nových tarifů, které stanoví cenu za spotřebovanou elektřinu podle aktuální situace v síti. Současné elektroměry nahradí automatické inteligentní přístroje, které dovedou samy průběžně předávat údaje o spotřebě elektřiny, ale i třeba plynu a vody do centrály distribuční firmy. Lepší integrace spotřeby a výroby umožní začlenit do Smart Grids zákazníka, a to ve dvou rolích: jako spotřebitele i jako dodavatele energie, především z obnovitelných zdrojů. Smart Grids tak nabídne možnost, že dodavatel elektrické energie bude moci u zákazníka blokovat jednu nebo více skupin spotřebičů, nebo i vzdáleně odpojovat a připojovat síť.[11]



obr. 4-2 chytré měření [15]

### 4.3 Chytré domy

Představa chytrých domů se v minulosti soustředila spíše na pohodlí jeho obyvatel a automatizaci procesů spojených s fungováním domu. Mnohé prvky dnes běžně využíváme: např. automatizované topení, které mění teplotu podle nastavení ovladače, elektronické zabezpečovací systémy, automatické stahování rolet apod. Možnosti jsou dnes už prakticky neomezené a díky překotnému technologickému vývoji je navíc automatizace domácnosti čím dál dostupnější a samozřejmější.[11]

Dalším krokem v automatizaci, který se právě postupně stává realitou, je vzájemné propojení jednotlivých automatizovaných celků a jejich dostupnost prostřednictvím internetu. Majitel domu pak může třeba z kanceláře v prostředí internetového prohlížeče změnit teplotu, ovládat světla či si stáhnout film do televize, aby se na něj večer podíval.[11]

Chytré domy napojené na chytré sítě však k funkcím přidají prvky ovládání zajišťující efektivní fungování domu. Umožní totiž hlídat a řídit spotřebu elektřiny, bez níž by prakticky žádné technologie v domácnosti nemohly fungovat.[11]

Takový chytrý dům viz **obr. 4-3** bude mít dva a více výrobních zdrojů elektrické energie z obnovitelných zdrojů (fotovoltaickou elektrárnu, mikrokogenerační jednotku na biomasu, větrnou elektrárnu), a vhodný systém akumulace elektrické energie viz **kapitola 4.4**. [11]



obr. 4-3 chytrý dům [11]



Při dostatečné výrobě elektrické energie dojde k vlastnímu spotřebování energie náročnějšími elektrickými spotřebiči (myčka, pračka, atd...), nebo k její akumulaci k pozdějšímu prodeji elektřiny či její vlastní spotřebě. Základem bude chytré měřidlo, které umožňuje dálkově odečitatelné měření spotřeby elektrické energie. Obousměrný systém AMM (Automated Meter Management) zajišťuje online komunikaci mezi centrálou a měřicími přístroji. To mimo jiné může zákazníkům přinést mnohem širší spektrum tarifů. Na displeji či prostřednictvím internetu pak chytré měřidlo spotřebitele informuje o aktuální ceně čerpané elektřiny a umožní mu rozhodovat se flexibilněji. Záleží jen na majiteli, jak priority nastaví.[11]

### 4.4 Akumulace energie

Uchování energie, kterou nelze ihned spotřebovat, řešíme akumulací energie na vhodném místě, ve vhodné formě, aby byla připravena pro příští použití ve vhodný čas a v požadované kvantitě a kvalitě. Škála technologií pro akumulaci el. energie je již poměrně široká, konkrétní aplikace však závisí na mnoha okolnostech, na druhu a velikosti zdroje, přírodních podmínkách, prostorových možnostech a v neposlední řadě také na ceně. Podle principů uchování energie rozlišujeme chemický a fyzikální princip akumulace.

#### 4.4.1 Chemický princip akumulace

U této skupiny akumulace je elektrická energie uchovávána v chemických vazbách elektrodového materiálu, kdy dochází k vratným reakcím elektrodového materiálu s ionty z elektrolytu. Do této skupiny patří všechny akumulátory a řadí se sem také super kondenzátory.

##### 4.4.1.1 Akumulátory

###### 4.4.1.1.1 Pb akumulátory

Olověné akumulátory patří spolu s dále uvedenými niklkadmiovými mezi nejstarší a nejznámější a nejvíce rozšířené akumulátory. Ačkoliv je z některých aplikací pomalu začínají vytlačovat Li-on akumulátory, existují oblasti, ve kterých jsou olověné a alkaické akumulátory nenahraditelné. Oproti Li-on akumulátorům vynikají zejména odolností vůči nízkým teplotám, bezpečností a cenou. Nevýhodou je pak ekologická zátěž v podobě Pb a Cd.

Elektrody olověných baterií tvoří Pb a PbO, které při vybíjení reagují s elektrolytem (kys. sírová) za vzniku PbSO<sub>4</sub> na obou elektrodách. Svorkové napětí jednoho olověného článku jsou 2 V. Své pevné postavení mají tyto baterie v automobilech a při krátkodobém

zálohování. Své pevné postavení mají tyto baterie v automobilech a při krátkodobém zálohování.[7]

#### **4.4.1.1.2 NiCd akumulátory**

Kladná elektroda alkalického akumulátoru v nabitém stavu je tvořena oxo-hydroxidem nikelnatým  $\text{NiO}(\text{OH})$ , který při vybíjení přechází na hydroxid nikelnatý. Záporná kadmiová elektroda při vybíjení reaguje s kyslíkem za vzniku  $\text{CdO}$ . Elektrolytem je rozpuštěný hydroxid draselný ve vodě. Napětí jednoho článku je 1,2 V. NiCd baterie lze použít pro krátkodobou zálohu a jejich příbuzný typ NiMH v přenosných zařízeních.[7]

#### **4.4.1.1.3 Li-ion akumulátory**

Katoda Li-ion akumulátorů tvoří oxid kovu ( $\text{LiCoO}_2$ ), anoda je z uhlíku s vrstevnatou strukturou. Elektrolyt tvoří lithná sůl ( $\text{LiPF}_6$ ) rozpuštěná v organickém karbonátu. Při nabíjení Li ionty interkalují do vrstevnaté struktury uhlíkové elektrody. Li-ion akumulátory mají velkou hustotu energie i účinnost se jmenovitým napětím 3,6 V, nedostatkem je vysoká cena a škodlivost hlubšího vybíjení projevující se snižováním životnosti baterie. Díky malé velikosti a hmotnosti jsou Li-ion akumulátory vhodné pro použití v přenosných zařízeních a pro krátkodobé zálohování.[7]

#### **4.4.1.2 Průtokové baterie**

Průtokové baterie se v podstatě skládají ze dvou rezervoárů naplněných elektrolytem proudícím elektrochemickým článkem. Hustota energie těchto baterií je dána množstvím elektrolytu v rezervoárech, zatím co hustota výkonu je ovlivněna chemickými reakcemi probíhajícími na elektrodách. Účinnost těchto baterií je od 75 % do 85 %, napětí na článku závisí na použitém elektrolytu a pohybuje se v rozmezí od 1,4 V do 1,8 V. Relativně nový typ CeZn (cer-zinek) dosahuje napětí 2 V. Svoji vysokou kapacitou jsou průtokové baterie vhodné na dlouhodobé zálohování.[7]

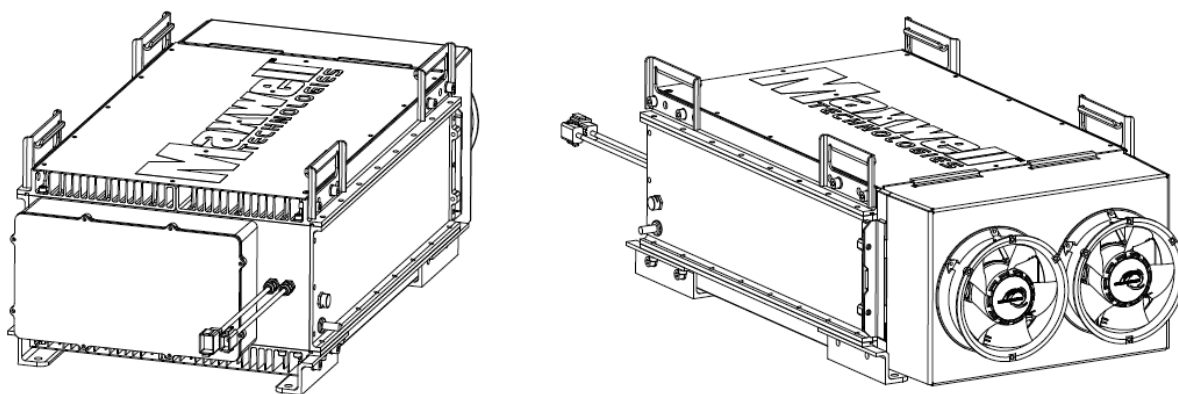
#### **4.4.1.3 Vodíkový akumulací systém**

Hlavními částmi tohoto systému jsou elektrolyzátor, zásobník vodíku, zásobník demineralizované vody a vodíkový palivový článek. Dalším nezbytným zařízením jsou polovodičové měniče. Elektrická energie z OZE je akumulována do vodíku, vyráběného elektrolyzou vody, a to vždy v době, kdy je zatížení elektrizační soustavy nižší. Vodík je uskladněn v tlakovém zásobníku. V době zvýšeného zatížení soustavy se použije pro výrobu elektrické energie v palivovém článku, jehož dalšími produkty jsou již jen voda a teplo.

Množství vyráběného vodíku je závislé na proudové hustotě. Současné elektrolyzéry mají energetickou účinnost až 80 %. Přes nízkou objemovou energetickou hustotu, má vodík nejvyšší poměr energie k hmotnosti ze všech paliv. Může být skladován jako plyn při vysokých tlacích, jako kapalina v kryogenních zásobnících, nebo jako plyn chemicky vázaný v metalhydridech. Celkové množství akumulované energie je závislé jen na velikosti zásobníku vodíku. Nejjednodušším typem palivového článku je článek vodíkový, jehož funkce je inverzní k funkci elektrolyzéro. Vodík je přiváděn k anodě, kde dochází k oxidaci a uvolňování elektronů, jenž prochází vnějším elektrickým obvodem ke katodě za současného vzniku iontů  $\text{OH}^-$  v elektrolytu. Ke katodě je přiváděno okysličovadlo (kyslík), kde s ionty  $\text{OH}^-$  reaguje za vzniku vody. Energetická účinnost palivového článku je až 50 %. Výkon obou popsáných zařízení vodíkového systému přímo souvisí s plochou jejich elektrod.[4]

### 4.4.1.4 Superkondenzátory

Superkondenzátory viz obr. 4-4 vynikají svojí schopností přijmout velké množství náboje v průběhu několika málo sekund. Principem uchovávání náboje jsou na hranici mezi bateriemi a klasickými kondenzátory. Elektrický náboj totiž není uchováván chemicky, tak jak tomu je v bateriích, ale fyzikálně - elektrostatickou silou na povrchu elektrod. Svojí konstrukcí a elektrolytem je superkondenzátor blízký akumulátorům. Elektrody jsou tvořeny uhlíkem s velkým specifickým povrchem (kolem  $1000 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ ), elektrolyt může být na vodné bázi či tvořen bezvodým organickým rozpouštědlem. Svorkové napětí se pohybuje v rozmezí od 1 - 1,2 V ve vodném a 2,5 - 3 V v organickém elektrolytu. Nevýhodou superkondenzátoru je jejich samovybíjení, na druhou stranu se vyznačují vysokou cyklovatelností. Superkondenzátory se velice dobře hodí na krátkodobé pokrytí špičkových proudů.[7]



obr. 4-4 superkondenzátor Maxwell [14]

#### 4.4.2 Fyzikální princip akumulace

Energii nemusíme uchovávat pouze v chemických vazbách, ale pro určité aplikace je velmi vhodná přeměna kinetické či potenciální energie.

##### 4.4.2.1 Setrvačníky

Setrvačníky ukládají energii do kinetické energie do otáčející se hmoty rotoru. Podle počtu otáček za minuty může rozlišit vysokootáčkové a nízkootáčkové setrvačníky. Množství energie  $E$  takto uložené je úměrné momentu setrvačnosti  $J$  a čtverci jeho úhlové rychlosti  $\omega$ .

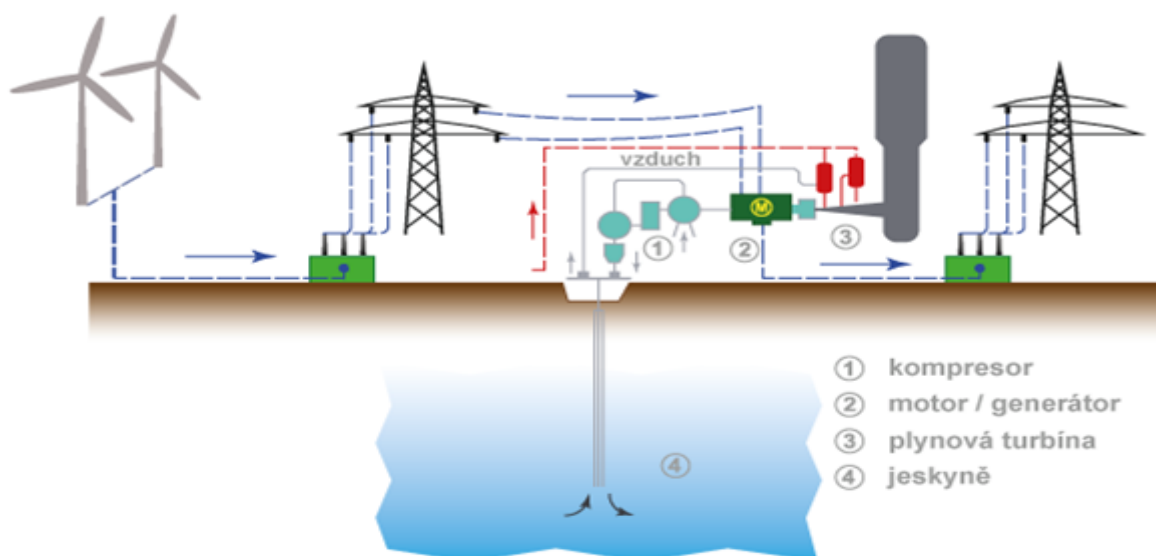
V případě válcového rotoru je moment setrvačnosti dán hmotností a poloměrem, zatímco úhlová rychlost je limitována jeho pevností. Materiály s nízkou hustotou umožňují vyšší rychlosti, a tudíž mohou uložit více energie na jednotku hmotnosti i jednotku objemu.

Vysokootáčkové setrvačníky mají rotory vyrobeny z plastů vyztužených vlákny a vydrží rychlosti více než 100 000 otáček za minutu. Nízko otáčkové setrvačníky mají rotory z oceli s rychlostí 10 000 otáček za minutu.

Setrvačníky se vyznačují vysokým výkonem, nízkou energií a velmi krátkou náběhovou prodlevou v řádech jednotek ms. Výkon setrvačníku je obecně spíše limitován výkonovou elektronikou. Největší komerčně používaný setrvačnick poskytuje kolem 1,6 MW po dobu 10 s.[7]

##### 4.4.2.2 Přečerpávací vodní elektrárny a akumulace energie založená na stlačeném vzduchu

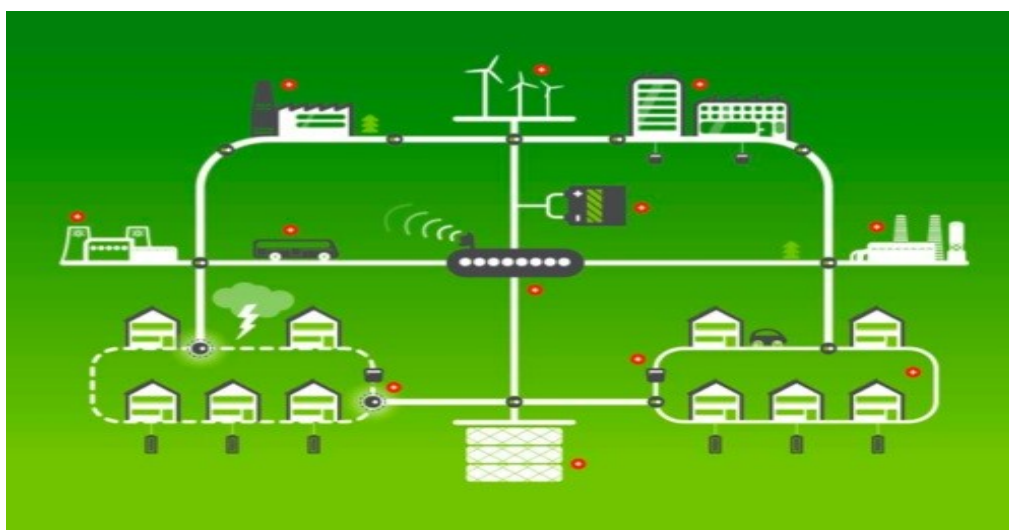
Tyto dva jmenované systémy jsou schopny dodávat velké množství energie po relativně dlouhou dobu (řádově hodin). Na rozdíl od ostatních způsobů akumulace náběhový čas činí desítky sekund až minut. Pro potřeby regulace činného i jalového výkonu elektrizační soustavy jsou tyto parametry dostatečné. Oba systémy mají také speciální topologické požadavky, u přečerpávacích elektráren je zapotřebí dvou vodních rezervoárů, u CAES musí být k dispozici dostatečně velká a nepropustná kaverna viz **obr. 4-5**. Zejména u CAES je snížena účinnost díky tepelným ztrátám - vzduch ohřátý při stlačení v kompresorech se v akumulátoru ochladí, čímž ztratí přibližně třetinu energie.[7]



obr. 4-5 schematické znázornění systému CAES [7]

## 4.5 Chytrý region

Jeden chytrý dům nemá pro fungování sítě prakticky žádný význam. Jakmile se ale model rozšíří, umožní opravdu pružné fungování celé distribuční sítě. To zvýší bezpečnost dodávek, a přitom sníží náklady na pořízení energie. Bude také možné lépe integrovat elektrárny pracující s obnovitelnými zdroji – především hůře predikovatelné zdroje, jako jsou větrné a fotovoltaické elektrárny.[7]



obr. 4-6 chytrý region [11]

Podobně pomůže rozšíření elektromobilů. Automobily většinu času stojí někde zaparkovány. Budou-li po tuto dobu – ať už doma v garáži či někde na parkovišti – připojené k elektrické síti, bude je možné jednak dobít, ale jednak i využít jejich baterie pro pružné vykrývání špičkových odběrů. Majitel takového vozu se přitom nebude muset obávat, že by po nastoupení zjistil, že je baterie prázdná. Sít' by totiž pracovala pouze se zlomkem kapacity baterie. Při velkém počtu elektromobilů bude ale i relativně malé množství energie z každého automobilu představovat důležitý příspěvek pro efektivní fungování distribuční sítě. [7]

## 5 Závěr

V mé bakalářské práci jsem se zabýval obnovitelnými zdroji energie, jejich současným využitím, novými trendy ve využití obnovitelných zdrojů a možnostmi jejich dalších využití.

V první části bakalářské práce byla analyzována současná situace na území ČR. Využití energie z obnovitelných zdrojů v posledních letech neustále roste. Vstupem ČR do evropské unie jsme se jako stát zavázali k navyšování podílu obnovitelných zdrojů na výrobě elektrické energie. Jako dílčí cíl pro rok 2010 byl stanoven limit 8%, který se podařilo nejen splnit, ale i mírně překročit a to o 0,3%. V roce 2010 měli největší podíl na výrobě elektrické energie z obnovitelných zdrojů vodní elektrárny a to zhruba 52%, vodní elektrárny byly následovány biomasou, která se převážně využívá při spolu spalování s uhlím ve stávajících zdrojích elektřiny, z které bylo vyrobeno asi 33%. Dále následuje s 10% sluneční energie, kdy během jednoho roku stoupl instalovaný výkon slunečních elektráren o 1495 MW<sub>e</sub> a na využití větrné energie připadá 5%. Většina této elektrické energie je vyrobena ve velkých elektrárnách a dodávají vyrobenou elektřinu do distribuční sítě.

V další části práce jsem vybral tři možnosti na využití energie z obnovitelných zdrojů. Jako první uvádím kogeneraci pro její vysokou energetickou účinnost. Kogenerace využívá odpadního tepla k ohřevu užitkové vody nebo k vytápění. Druhým v řadě byla tepelná čerpadla, která slouží k vytápění, k tomu využívají teplotu okolního prostředí, které převádějí na vyšší teplotní hladinu. Elektrická energie dodána k pohonu čerpadla a ventilátoru tepelného čerpadla je v porovnání s energií s čerpadla dodaného třetinová až čtvrtinová. Jako třetí příklad využití energie z obnovitelných zdrojů uvádím elektromobily. Elektromobily mají velkou budoucnost jako ekologický dopravní prostředek, jež by také mohl sloužit jako skladiště elektrické energie. Ke všem třem příkladům uvádím jejich klady i zápory, mezi největší zápor všech tří možností patří vysoké investiční náklady.

V třetí části mé bakalářské práce se snažím nastínit možný vývoj využití obnovitelných zdrojů energie. Základem bude decentralizovaná výroba elektrické energie z obnovitelných zdrojů. Protože výroba elektřiny z obnovitelných zdrojů je těžko předvídatelná, bude třeba vyřešit možnost skladování elektrické energie, a to pomocí akumulace energie na chemickém nebo fyzikálním principu. Do běžné praxe se budou dostávat chytrá měřidla, které budou řídit spotřebu nebo akumulaci k pozdějšímu využití nebo k prodeji dle situace v distribuční síti. Decentralizovaná výroba povede k levnější výrobě a efektivnějšímu využití elektrické energie, která se bude spotřebována obyvateli těchto regionů.

Vzhledem geografické poloze České republiky je výroba ze sluneční a větrné energie omezena. Značný potenciál využití má biomasa, která slouží k výrobě elektřiny a tepla i když

## Energetický potenciál obnovitelných zdrojů na území ČR

i tady je omezujícím faktorem velikost naší země a tím množství vyprodukované biomasy. Z výšit by se měl také podíl geotermální energie, jež hlavně využívají tepelné čerpadla, které nacházejí uplatnění ve větších budovách a rodinných domech. Zvýše uvedeného vyplývá, že Česká republika nebude schopna pokrýt svou energetickou spotřebu, jen z obnovitelných zdrojů energie. Z toho vyplývá potřeba doplnit decentralizovanou výrobu z obnovitelných zdrojů, elektrickou energií vyráběnou v konvenčních či jaderných tepelných elektrárnách.



## 6 Seznam použité literatury

- [1] **Murtinger,K.,Beranovský,J.,Tomeš,M.:** *Fotovoltaika-elektrina ze slunce.* Brno : ERA, 2007.
- [2] **Beranovský,J.,Truxa,J., a kolektiv:** *Alternativní energie pro váš dům.* Brno : ERA, 2003.
- [3] **Doc. RNDr. Cenka,M., CSc. a kolektiv.** *Obnovitelné zdroje energie.* Praha : FCC PUBLIC, 2001.
- [4] **bc.Stuchlý,J.:** *Diplomová práce -Energetické a ekonomické aspekty obnovitelných zdrojů elektrické energie,* 2011.
- [5] **Radil, L.,:** *Smart grids a e-mobilita v české republice.* Praha : CEMC- České ekologické manažerské centrum, 2012. ISSN 1212-1673.
- [6] **ing. Koč, B.,:** *Z historie větrných elektráren..* 1, Praha :FCC Public s. r. o., 2005. 12.
- [7] **www. tzb-info.cz.** [Online] <http://tzb-info.cz>.
- [8] **www.eru.cz.** [Online] <http://www.eru.cz>..
- [9] **www.cne.cz.** [Online] <http://www.cne.cz>
- [10] **www.ceskaenergetika.cz.** [Online] <http://www.ceskaenergetika.cz>.
- [11] **www.cez.cz.** [Online] <http://www.cez.cz>
- [12] **www.csve.cz.** [Online] <http://www.csve.cz>
- [13] **www.etm.cz.** [Online] <http://www.etm.cz>.
- [14] **www.posterus.sk.** [Online] <http://www.posterus.sk>
- [15] **www.siemens.cz.** [Online] <http://www.siemens.cz>
- [16] **www.techmania.cz** [Online] <http://www.techmania.cz>
- [17] **www.abb.cz.** [Online] <http://www.abb.cz>
- [18] **www.biom.cz.** [Online] <http://www.biom.cz>